

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-340846
 (43)Date of publication of application : 22.12.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20

(21)Application number : 09-151985
 (22)Date of filing : 10.06.1997

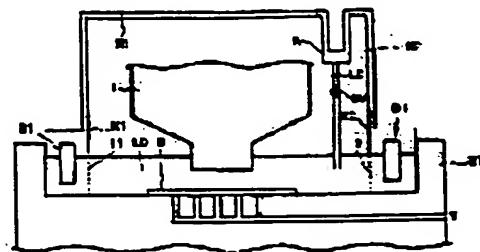
(71)Applicant : NIKON CORP
 (72)Inventor : KUDO TAKETO

(54) ALIGNER, ITS MANUFACTURE, EXPOSING METHOD AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable continuous correction of imaging performance without vibration, by installing a refractive index adjusting means for adjusting the refractive index of liquid.

SOLUTION: A refractive index adjusting means consists of the following; electrodes D1, ion exchange films 11, 12, bulkheads K1, K2, exhaust pipes H1, H2, a mixer K, an electromagnetic valve DV, an introducing pipe LD, a power source supply part and a second control part. The second control part sends a command to the power source supply part, and applies 8 specified voltage for a specified period across the two electrodes D1. From one electrode turning to an anode, oxygen gas is generated. From the other electrode turning to a cathode, mixed gas of hydrogen and chlorine is generated. Since the concentration of hydrogen chloride in liquid LQ is decreased, the refractive index of the liquid LQ is decreased. The second control part sends a command to the electromagnetic valve DV, in order to open the valve DV and add high concentration admixture aqueous solution to the liquid LQ. Thereby the refractive index of the liquid LQ is increased.



LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-340846

(43)公開日 平成10年(1998)12月22日

(51)Int.Cl.
H01L 21/027
G03F 7/20

国別記号
521

P I
H01L 21/30
G03F 7/20
H01L 21/30

515D
521
516A

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全9頁)

(21)出願番号 特願平9-151985

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(22)出願日 平成9年(1997)6月10日

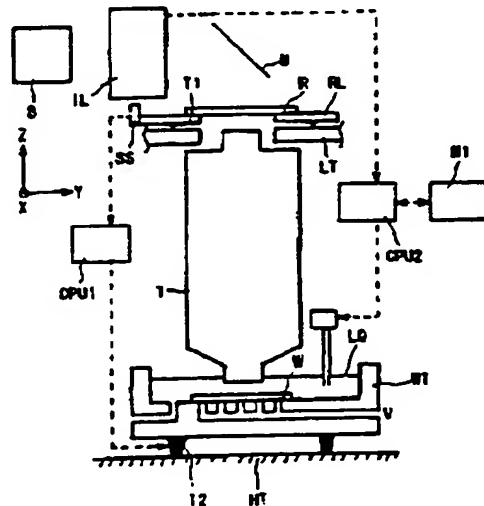
(72)発明者 工藤 成人
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

(54)【発明の名称】 露光基板及びその製造方法並びに露光方法及びデバイス製造方法

(57)【要約】

【課題】、連続的な結像性能の補正を振動を伴うことなく可能とすること、或いは投影光学系の開口数の増大及び結像性能の補正を両立すること

【解決手段】レザクラR上に設けられたパターンを照明する照明光学系ILと、このパターンの像を露光性基板SS上に形成する投影光学系Tとを有し、投影光学系と露光性基板との間の光路中の少なくとも一部分に位置する液体LQを介して露光を行う露光装置であって、液体の屈折率を調整するための屈折率調整手段を有する。



特開平10-340846

(2)

2

基板へ導く露光方法において、

前記投影光学系の結像性能を補正するために、前記液体の屈折率を調整する工程を含むことを特徴とする露光方法。

【請求項1】レチクル上に設けられたパターンを照明する照明光学系と、該パターンの像を感光性基板上に形成する投影光学系とを有し、前記投影光学系と前記感光性基板との間の光路中の少なくとも一部分に位置する液体を介して露光を行う露光装置において、

前記液体の屈折率を調整するための屈折率調整手段を有することを特徴とする露光装置。

【請求項2】前記屈折率調整手段は、前記投影光学系の結像性能を補正するように前記液体の屈折率を調整することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】前記投影光学系の結像性能を測定する結像性能測定手段をさらに備え。

前記屈折率調整手段は、前記結像性能を補正するように前記液体の屈折率を調整することを特徴とする請求項2記載の露光装置。

【請求項4】前記投影光学系の結像性能の変動の要因の状態を検知する変動要因検知手段をさらに備え。

前記屈折率調整手段は、前記要因の状態に応じて、前記結像性能を補正するように前記液体の屈折率を調整することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項5】前記照明光学系は、前記レチクルに対する照明条件を変更可能に構成され、

前記変動要因検知手段は、前記照明条件の状態を検知し、

前記屈折率調整手段は、前記照明条件の変更に応じて、前記結像性能を補正するように前記液体の屈折率を調整することを特徴とする請求項4記載の露光装置。

【請求項6】前記変動要因検知手段は、前記レチクルの追跡を判別するものであり、

前記屈折率調整手段は、前記レチクルの追跡に応じて、前記結像性能を補正するように前記液体の屈折率を調整することを特徴とする請求項4記載の露光装置。

【請求項7】前記感光性基板を保持する感光性基板ホルダーをさらに備え、

該感光性基板ホルダーは、前記投影光学系と前記感光性基板との間の光路を前記液体で満たすための側壁と、前記液体を前記感光性基板ホルダーへ供給すると共に前記感光性基板ホルダーから回収するための供給・回収ユニットとを備えることを特徴とする請求項1乃至6の何れか一項記載の露光装置。

【請求項8】前記屈折率調整手段は、前記液体に屈折率を調整するための添加剤を供給する添加剤供給ユニットと、前記液体から前記添加剤を回収するための添加剤回収ユニットとを有することを特徴とする請求項1乃至7の何れか一項記載の露光装置。

【請求項9】所定の照明条件のもとでレチクルを照明する工程と、前記レチクル上に設けられたパターンを投影光学系を用いて感光性基板に転写する工程とを含み、前記投影光学系からの光を所定の液体を介して前記感光性

10

20

30

40

50

基板へ導く露光方法において、前記投影光学系の結像性能を補正するため、前記液体の屈折率を調整する工程を含むことを特徴とする露光方法。

【請求項10】所定の照明条件のもとでレチクルを照明する工程と、前記レチクル上に設けられたデバイスパターンを投影光学系を用いて感光性基板に転写する工程とを含み、前記投影光学系からの光を所定の液体を介して前記感光性基板へ導くデバイス製造方法において、

前記レチクル及び前記照明条件のうち少なくとも一方が変更されたときに、前記液体の屈折率を変更することを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項11】レチクル上に設けられたパターンを照明する照明光学系と、該パターンの像を感光性基板上に形成する投影光学系とを有し、前記投影光学系と前記感光性基板との間の光路中の少なくとも一部分に位置する液体を介して露光を行う露光装置の製造方法において、前記投影光学系の結像性能を測定する工程と、該測定された結像性能に基づいて、前記液体の屈折率の初期値を定める工程とを含むことを特徴とする露光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レチクル上に設けられたデバイスパターンのを感光性基板上に投影する投影光学系を備えた露光装置及び該露光装置を用いた露光方法並びにデバイス製造方法に関する。さらに詳しくは、本発明は投影光学系と感光性基板との間の光路に液体を充填した液浸型露光装置に関する。本発明は、半導体素子、撮像素子(CCD等)、液晶表示素子、または薄膜遮光ヘッド等を製造する際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】光学系の最終面と像面との間の空間を、ワーキングディスタンスと言うが、従来の露光装置の投影光学系ではワーキングディスタンスは空気で満たされていた。ところで、ICやS/Iを製造する過程に於いてシリコンウエハに露光するパターンは、その微細化が高に望まれていて、そのためには露光に用いる光の波長を短くするか、あるいは像側の開口数を大きくする必要がある。光の波長が短くなるにつれ、満足できる結像性能を得つつ露光に満足な光量を確保できるだけの透過率を持つガラス材料は少なくなってくる。

【0003】そこで像面までの最終距離を、空気より屈折率の大きい、液体にすることで像側の開口数を大きくすることが提案されていて、そのように液体を用いた投影光学系を持つ露光装置は、液浸型露光装置と呼ばれている。さて、露光装置においては、投影光学系の結像性能を補正するために、投影光学系の最も物体側の光路或いは最も像側の光路中に、結像性能を調整するための結像性能補正部を交換可能に設ける技術が知られてい

特開平10-340846

(3)

4

3

る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、液視型露光装置では、投影光学系と感光性基板との間の光路（ワーキングディスタンス）に液体を満たす構成であるため、結像性能を補正するための部材を配置することが困難である。また、このような結像性能補正部材は、有限の数、現実的な装置の範囲を考えると数個程度しか準備することができないため、離散的にしか結像性能を補正できない問題点がある。

【0005】また、投影光学系の結像性能は所定の許容範囲に収める必要があるが、上述のように結像性能の補正が離散的にしかできなければ、この所定の許容範囲内に収めることができなくなる。特に、露光パターンの濃縮化や露光面積の増大が求められると、この結像性能の許容範囲が狭くなり、また、レチクルと感光性基板とを走査させつつ露光を行う走査露光方法を行う場合にも結像性能特性の変動幅の許容範囲が狭くなってしまい、離散的な補正では対応しきれない。

【0006】また、上述のような結像性能補正部材の交換時において、投影光学系自体の振動が発生するため、結像性能へ影響が生じる恐れもある。そこで、本発明は、通常的な結像性能の補正を振動を伴うことなく可能とすることを第1の目的とする。また、本発明は、投影光学系の開口数の増大と結像性能を補正することとの両立を第2の目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述の第1の目的を達成するために、本発明による露光装置は、レチクル上に設けられたパターンを照明する照明光学系と、このパターンの像を感光性基板上に形成する投影光学系とを有し、投影光学系と感光性基板との間の光路中の少なくとも一部に位置する液体を介して露光を行う露光装置であって、液体の屈折率を調整するための屈折率調整手段を有するものである。

【0008】ここで、上記請求項2に掲げた好ましい態様によれば、屈折率調整手段は、前記投影光学系の結像性能を補正するように液体の屈折率を調整するものである。この構成に基づいて、請求項3に掲げた好ましい態様によれば、投影光学系の結像性能を測定する結像性能測定手段をさらに備えるものであり、屈折率調整手段*

*は、前記結像性能を補正するように液体の屈折率を調整するものである。

【0009】また、請求項4に掲げた好ましい態様によれば、投影光学系の結像性能の変動の要因の状態を検知する変動要因検知手段をさらに備えるものであり、屈折率調整手段は、要因の状態に応じて、結像性能を補正するように液体の屈折率を調整するものである。この構成に基づいて、請求項5に掲げた好ましい態様によれば、照明光学系は、前記レチクルに対する照明条件を変更可能に構成され、変動要因検知手段は、照明条件の状態を検知し、屈折率調整手段は、照明条件の変更に応じて、結像性能を補正するように液体の屈折率を調整するものである。

【0010】そして、請求項6に掲げた好ましい態様によれば、変動要因検知手段は、レチクルの位置を判別するものであり、屈折率調整手段は、レチクルの位置に応じて、結像性能を補正するように液体の屈折率を調整するものである。また、上述の第2の目的を達成するためには、投影光学系と感光性基板との間の光路の全てを液体で満たすことが好ましい。このとき、本発明による露光装置は、投影光学系と感光性基板との間の光路を前記液体で満たすための隔壁と、液体を前記感光性基板ホルダーへ供給すると共に前記感光性基板ホルダーから回収するための供給・回収ユニットとを備え、感光性基板を保持する感光性基板ホルダーをさらに有することが好ましい。

【0011】また、屈折率調整手段は、液体に屈折率を調整するための添加剤を供給する添加剤供給ユニットと、液体から前記添加剤を回収するための添加剤回収ユニットとを有することが好ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】上述の構成のことと本発明においては、投影光学系と感光性基板との間の光路中に位置する液体の屈折率を調整することができるため、この屈折率の変化により投影光学系の結像性能を補正することができる。ここで、屈折率調整の手法としては、液体が多物質の混合液体であるとすると、この混合液体の屈折率は、ローレンツ・ローレンス (Lorentz-Lorenz) の式に従い、

【0013】

【数1】

$$\left(\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \right) = \sum_{i=1,2} m_{(i)} \times \left(\frac{n_{(i)}^2 - 1}{n_{(i)}^2 + 2} \right) \times \frac{\rho}{\rho_{(i)}}$$

n_(i) : i番目の物質の屈折率。m_(i) : i番目の物質の重量分率。ρ_(i) : i番目の物質の密度。

【0014】となる。但し。

【0015】

【数2】

特開平10-340846

(4)

5

【0016】である。例えば液体を水溶液とすると、この水溶液の屈折率が水溶液自体の濃度に応じて変化するため、水溶液へ添加する物質の濃度を増減させれば良い。これにより、投影光学系の結像性能を補償できる屈折率の値となるように、液体の屈折率を変化させれば、投影光学系の結像性能は良好なものとなる。

【0017】ここで、屈折率の調整は、例えば投影光学系の収差などの結像性能を測定し、その結果に応じて屈折率を調整しても良く、投影光学系の結像性能の変動に対応している要因の変動を検知して、その結果に応じて屈折率を調整しても良い。前者の投影光学系の結像性能を測定する手法においては、露光装置の製造時に投影光学系の収差などを測定し、この収差を補償する屈折率の値を液体の屈折率の初期値に設定しても良い。このように製造時の調整の一環として屈折率を調整すれば、製造・調整が容易となる利点がある。また、露光装置自体に収差測定機構などを設けておき、この収差測定機構による収差測定結果に応じて、液体の屈折率を変更しても良い。

【0018】一方、後者の結像性能の変動に対応する要因の変動としては、レチクルの種類、照明条件の状態、投影光学系を通過する露光エネルギー量などが挙げられる。ここで、レチクルを照明する際の照明条件(0値、変形照明か否かなど)は、レチクル上に設けられるパターンの種類によって最適なものが決まり、この照明条件が変わると、投影光学系の収差を初めとする結像性能が変化する。そこで、例えばレチクルの種類、照明条件などの要因ごとに、この要因の変動に伴って変化する結像性能を補償するための屈折率の値を予めメモリーなどに記憶させておき、この要因の変動を検知し、記憶された関係に基づいて液体の屈折率を調整すれば良い。また、投影光学系を通過する露光エネルギー量の大小により投影光学系の結像性能が変化する、いわゆる照射変動があるが、この場合においても、露光エネルギー量と、この露光エネルギー量の大小によって変化する結像性能を補償するための屈折率の値を予めメモリーなどに記憶させておき、この要因の変動を検知し、記憶された関係に基づいて液体の屈折率を調整すれば良い。なお、この手挂において、メモリーに記憶させる代わりに、所定の計算式で算出しても良い。

【0019】このように、液体の屈折率を調整することで、投影光学系の結像性能のうち、特に球面収差、像面弯曲の補正に効果的である。以下、図面を参照して、本発明にかかる実施の形態について説明する。

【第1の実施の形態】図1は、本発明にかかる第1の実施の形態による露光装置を概略的に示す図である。尚、図1では、XYZ座標系を採用している。

【0020】図1において、光源Sは、例えば波長248nmの露光光を供給し、この光源Sからの露光光は、照明光学系IL及び反射鏡Mを介してレチクルRをほぼ

均一な照度分布のもとで照明する。ここで、本例では光源Sとして、KrFエキシマレーザ光源を用いているが、その代わりに、193nmの露光光を供給するArFエキシマレーザ光源やg線、i線等を供給する高圧水銀ランプ等を用いても良い。また、図1では不図示ではあるが照明光学系ILは、面光源を形成するためのオプティカルインテグレータと、この面光源からの光を集光して被照面を均一に照明するためのコンデンサ光学系と、オプティカルインテグレータにより形成される面光源の位置に配置されて面光源の形状を可変にするための可変開口装置とを有するものである。ここで、面光源の形状としては、光軸から偏心した複数の面光源を持つもの、輪形形状のもの、円形状であってその大きさがことなるものなどがある。このような照明光学系ILとしては、例えば米国特許第5,329,094号公報や米国特許第5,576,801号公報に開示されているものを用いることができる。

【0021】そして、レチクルRを通過・回折した露光光は、投影光学系Tを経てウェハW上に達し、ウェハWには、レチクルRの像が形成される。ここで、レチクルRは、レチクルローダーRLによって保持され、レチクルローダーRLは任意の時にローダーテーブルLT上を駆動装置T1により、X軸及びY軸上で任意の速度で移動できるよう構成されている。ここで、レチクルローダーRLのローダーテーブルLT上での移動速度は、速度センサーSSで検知され、この速度センサーSSからの出力は、第1制御部CPU1へ伝達される。

【0022】また、ウェハWは、ウェハテーブルWTにより保持されている。このウェハテーブルWTには、液体シートQを宿めるための隔壁が設けられている。本例では、この隔壁により、ウェハWから投影光学系Tまでの光路の全てが液体シートQで満たされる構成となっている。このウェハテーブルWTは、駆動装置T2によりホルダーテーブルHT上でX軸方向及びY軸方向に任意の速度で移動できるよう構成されている。

【0023】ここで、上記の第1制御部CPU1は、レチクルローダーRLのローダーテーブルLT上での移動速度と、投影光学系Tの露光倍率RとからウェハテーブルWTのホルダーテーブル上で移動速度を算出し、駆動装置T2へ伝達する。駆動装置は、第1制御部CPU1から伝達された移動速度に基づいて、ウェハテーブルWTを移動させる。

【0024】図2は、このウェハテーブルWTの構成を詳細に表した図である。この図2において、投影光学系Tの最もウェハW側の光子部材と、投影光学系Tの金枠との間は、液体シートQが浸透してこないように密着しているか、パッキングされている。また、ウェハテーブルWTの底部には、複数の開口が設けられており、これらの開口に接続されている配管Vから減圧することにより、

50 ウエハWはウェハテーブルWTに吸着されている。そし

て、ウエハテーブルWTには、電極D1, D2が設けられており、これらの電極D1, D2のそれぞれの周囲には、イオン交換膜11, 12が設けられている。これらのイオン交換膜11, 12により、電極D1, D2の周囲と、露光光が液体LQを通過する領域とが区切られる。ここで、電極D1の周囲の雰囲気はイオン交換膜11と隔壁K1とにより密閉空間となっており、この密閉空間には排気管H1が接続されている。また、電極D2の周囲の雰囲気はイオン交換膜12と隔壁K2とにより密閉空間となっており、この密閉空間には排気管H2が接続されている。これらの排気管H1, H2は、ともに混合器Kに接続されている。この混合器Kには、電磁弁DVを備えた導入管LDの一端が接続されており、この導入管LDの他端は、ウエハテーブルWTの近傍に位置している。

【0025】電極D1, D2への印可電圧は印可電源供給部から供給され、電源供給部が供給する印可電圧は、第2制御部CPU2により制御される。また、電磁弁DVの開閉に関しては、第2制御部CPU2が制御する。本例では、これらの電極D1, D2、イオン交換膜11, 12、隔壁K1, K2、排気管H1, H2、混合器K、電磁弁DV、導入管LD、印可電源供給部、第2制御部CPU2が屈折率調整手段を構成している。

【0026】以下、屈折率調整手段の動作について説明する。以下の説明において、液体LQは、純水に添加剤として塩化水素を加えたものであるとしている。まず、液体LQの屈折率を下げる場合、第2制御部CPU2は、電源供給部へ指令を送り、電極D1及び電極D2の間に所定の電圧を所定の時間だけ加印する。このとき、隔壁となる電極からは酸素気体が発生し、隔壁となる電極からは水素と塩素との混合気体が発生する。このとき、液体LQにおける塩化水素濃度が下がるため、上記(1)式からもわかるように、液体LQの屈折率が低下する。ここで、各々の電極D1, D2の近傍で発生した気体は、イオン交換膜11, 12を通過しないため、排気管H1, H2を介して回収することが可能である。この回収された気体は、混合器Kへ送られる。混合器Kでは、回収された気体(酸素気体、水素気体、塩化水素気体)が混ぜ合わせられ、これより、液体LQよりも高濃度の添加物水溶液が生成される。

【0027】また、液体LQの屈折率を上げる場合、第2制御部CPU2は、電磁弁DVを開いて高濃度の添加物水溶液を液体LQへ加えるように、電磁弁DVへ指令を送る。これにより、液体LQの屈折率が上昇する。この構成により、液体LQの屈折率を可変にできる。さて、第2制御部CPU2に接続されているメモリーM1には、種々の照明条件ごとに応じて屈折率の値がテーブルの形で記憶されている。ここで、屈折率の値は、ある照明条件下において投影光学系Tで生じる収差を補正

するために必要な液体LQの屈折率の値である。また、このメモリーM1には、ある点における液体LQ中の添加物濃度の値が、常に更新される形で保管されている。

【0028】また、上記の照明光学系Tは、この照明光学系Tが形成する面光源の形状に関する情報を第2制御部CPU2へ伝達するために、第2制御部CPU2と接続されている。ここで、照明条件-本例では面光源の形状-が変化すると、この情報は第2制御部CPU2へ伝達される。このとき、第2制御部CPU2は、伝達された照明条件に対応する屈折率の値をメモリーM1から検索し、その屈折率を実現するための添加物の濃度を上記(1)式から計算する。次に第2制御部CPU2は、メモリーM1に保管されている現在の添加物濃度と、計算された添加物濃度とに従って、現在の添加物濃度を計算された添加物濃度とするように、電極D1, D2あるいは電磁弁DVを制御する。

【0029】これにより、液体LQの屈折率の値は、液体LQを含めたときの投影光学系Tの収差が補正されるものとなる。

【第2の実施の形態】第2の実施の形態は、第1の実施の形態における添加物をエチルアルコールとした点が大きく異なる。このエチルアルコールは、感光性基板としてのレジストが塗布されたウエハWのレジスト層を溶解せず、投影光学系Tにおける最もウエハW側の光学部材(液体LQと接する光学部材)及びこの光学部材に施された光学コートへの影響が少ない利点がある。

【0030】また、第2の実施の形態においては、屈折率調整手段の構成が第1の実施の形態のものとは異なる。以下、図3を参照して屈折率調整手段の構成について説明する。なお、図3において、図2に示したものと同じ機能を有する部材には、同じ符号を付してある。第2の実施の形態によるウエハテーブルWTを示す図3において、第1の実施の形態のものとは異なる点は、添加物を液体LQへ供給するための添加物供給管LSと、純水を液体LQへ供給するための純水供給管WSと、液体LQがウエハテーブルWTから出られないように液体LQを排出する排出管Sとを有する点である。

【0031】ここで、添加物供給管LS、純水供給管WS及び排出管Sには、添加物及び純水の供給量を調整するための電磁弁DVL S, DVWS及び液体LQの排出量を調整するための電磁弁DVLがそれぞれ設けられており、これらの電磁弁DVL S, DVWS, DVLの開閉は、第2制御部CPU2により制御されている。第2の実施の形態における屈折率調整時の動作について説明する。

【0032】まず、液体LQの屈折率を上げる場合、第2制御部CPU2は電磁弁DVL Sを制御して、所定の量だけ添加物を液体LQへ加える。このとき、排出管Sから液体LQを所定の量だけ排出する。この排出する液

特開平10-340846

(6)

9

体しQの量は、加えられた添加物の量と同じであることが好ましい。これにより、液体しQ中の添加物濃度が高まり、その屈折率が上昇する。

[0033] また、液体しQの屈折率を下げる場合、第2制御部CPU2は電磁弁DVWSを制御して、所定の量だけ純水を液体しQへ加える。このとき、排出せしから液体しQを所定の量だけ排出する。この排出する液体しQの量は、加えられた純水の量と同じであることが好ましい。これにより、液体しQ中の添加物濃度が低くなり、その屈折率が低下する。

[0034] ここで、加えられる添加物及び純水の量、排出する液体しQの量は、第2制御部CPU2により制御される。なお、メモリーM1内に照明条件の種類に対応して屈折率の値が記憶される点、ある時点における液体しQの添加物濃度の値が保管される点は、上述の第1の実施の形態と同様であり、これらの情報を基づいて、投影光学系Tの収差を補正できる屈折率を実現するための添加物濃度を計算する点も第1の実施の形態と同様である。

[0035] このようにして、第2の実施の形態における第2制御部CPU2は、メモリーM1に保管されている現在の添加物濃度と、計算された添加物濃度とに従って、現在の添加物濃度を計算された添加物濃度とするよう、電磁弁DVLS, DVWS, DVLの開閉を制御する。これにより、液体しQの屈折率の値は、液体しQを含めたときの投影光学系Tの収差が補正されるものとなる。

[第3の実施の形態] 次に、図4を参照して第3の実施の形態について説明する。第3の実施の形態による露光装置は、前記測定装置を備えている点で上述の第1及び第2の実施の形態とは異なる。なお、図4において、上述の図1～図3の例と同じ機能を有する部材には同じ符号を付してあり、図1と同様のXYZ座標系を採用している。

[0036] 図4において、光源Sは、波長248nmの露光光を供給し、この光源Sからの露光光は、ビーム整形光学系11により所定形状の断面に整えられた後、第1フライアイレンズ12に入射する。第1フライアイレンズ12の射出側には、複数の光源像からなる2次光源が形成される。この2次光源からの露光光は、リレーレンズ系13F, 13Rを経て第2フライアイレンズ15へ入射する。このリレーレンズ系は前群13F及び後群13Rから構成され、これらの前群13F及び後群13Rの間にには、鏡面封面上でのスペックルを防止するための振動ミラー14が配置されている。

[0037] さて、第2フライアイレンズ15の射出側には、第1フライアイレンズによる2次光源の像が複数形成され、これが3次光源となる。この3次光源が形成される位置には、所定の形態あるいは所定の大きさを持つ複数の開口絞りを設定できる可変開口絞り16が配

10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
698
699
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
789
790
791
792
793
794
795
796
797
797
798
799
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
889
890
891
892
893
894
895
896
897
897
898
899
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
979
980
981
982
983
984
985
986
987
987
988
989
989
990
991
992
993
994
995
996
997
997
998
999
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1088
1089
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1097
1098
1099
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1188
1189
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1197
1198
1199
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1288
1289
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1297
1298
1299
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1388
1389
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1397
1398
1399
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1488
1489
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1497
1498
1499
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1588
1589
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1597
1598
1599
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1688
1689
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1697
1698
1699
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717

(7)

特開平10-340846

12

11

光学系Tの最もウエハ面側の光学部材とウエハWとの間に、液体LQが介してウエハ面上にレチクルRの縮小像を形成する。ウエハWは、ウエハテーブルWTに吸着固定されており、このウエハテーブルWTは、ウエハテーブルWT自体のZ軸方向への移動やティルト（Z軸に対する傾き）を行わせるためのZアクチュエータZD1, ZD2, ZD3を介して、定然に対してXY方向に移動可能なウエハステージWTSに取り付けられている。このウエハステージWTSは、ウエハステージ駆動ユニットWDにより駆動される。また、ウエハテーブルの側壁は鏡面加工が施されており、この部分がウエハ干涉計W1の移動鏡となっている。ここで、ウエハステージ駆動ユニットWDの駆動は上述の第1制御部CPU1で制御され、ウエハ干涉計W1からの出力は第1制御部CPU1へ伝達される構成となっている。

【0042】また、投影光学系Tには、投影光学系TとウエハWとの間のZ方向の距離を測定するためのフォーカスセンサAFが設けられている。このフォーカスセンサAFは、投影光学系TにおけるウエハW面に近い光学系子を介してウエハ面上に光を照射し、かつウエハで反射された光を上記光学系子を介して受光し、その受光位置により投影光学系TとウエハWとの間のZ方向の距離を測定するものである。このようなフォーカスセンサAFの構成は、例えば特開平6-66543号公報に開示されている。

【0043】さて、第3の実施の形態においても、添加物保管部LSTに貯蔵される高濃度の添加物水溶液を液体LQへ供給するための添加物供給管LSと、純水保管部WSTに貯蔵される純水を液体LQへ供給するための純水供給管WSとを備えており、添加物供給管LS及び純水供給管WSには、添加物水溶液及び純水の供給量を調整するための電磁弁DVL S, DVWS, DVL Sが設けられている。また、ウエハテーブルWTには、液体LQがウエハテーブルから溢れないように液体LQを排出するための排出管しが設けられており、この排出管しひには、液体LQの排出量を調整するための電磁弁が設けられている。これらの電磁弁DVL S, DVWS, DVL Sの開閉は、上述の第2の実施の形態と同様に、第2制御部CPU2により制御されている。

【0044】また、ウエハテーブルWT上には、投影光学系の収差を測定するための収差測定部ASと、液体LQの添加物濃度を検出するための添加物濃度検出部DSとが設けられている。ここで、収差測定部ASとしては、例えば特開平6-84757号公報に開示されているものを用いることができる。ここで、収差測定部AS及び添加物濃度検出部DSからの出力は、第2制御部CPU2へ伝達される。また、添加物濃度検出部DSからの出力は、第2制御部CPU2を介してメモリーM1へある時点における液体LQの添加物濃度の値として保管され

る。

【0045】次に、第3の実施の形態の動作について説明する。まず、図示なきレチクルストッパーからレチクルRが取り出されてレチクルローダーRL上に設置される途中に、バーコードリーダーBRは、レチクルRに設けられているバーコードを読み取り、その情報を第2制御部CPU2へ伝達する。第2制御部CPU2は、メモリーM1に記憶されているレチクルRの種類に対応した照明条件に関する情報を読み出し、その情報に従って、可変間口絞り駆動ユニット17を制御して間口絞り16a～16fのうちの所定の一つを光路内に位置させる。また、第2制御部CPU2は、メモリーM1に記憶されている液体LQの屈折率の値に基づいて、その屈折率を実現するための添加物の濃度を上記（1）式から計算する。その後、添加物濃度検出部DSにより検出されたメモリーM1に保管されている現在の添加物濃度と、計算された添加物濃度とに従って、現在の添加物濃度を計算された添加物濃度とするように、電磁弁DVL S, DVWS, DVLの開閉を制御する。

【0046】これにより、液体LQの屈折率の値は、液体LQを含めたときの投影光学系Tの収差が補正されるものとなる。この後、フォーカスセンサAFによりウエハWのZ方向の位置及びティルトを検出して、ウエハWが所要の位置になるようにZアクチュエータZD1, ZD2, ZD3を駆動する。この状態において、光路Sからの露光光を照明光学系を介してレチクルRへ導き、第1制御部CPU1は、レチクル干渉計R1及びウエハ干渉計W1によりレチクルR及びウエハWの位置を検出しつつ、レチクルローダー駆動ユニットRLD及びウエハステージ駆動ユニットWDを駆動させ、レチクルR及びウエハWを投影光学系Tの投影倍率1/8の速度比の元で移動させる。これにより、レチクルR上のパターンは、良好な結像状態のもとでウエハW上へ転写される。

【0047】さて、投影光学系Tの結像性能（収差など）は、常に一定ではなく、温度変化や大気圧変化、投影光学系Tが露光光を吸収することによる温度上昇などにより変化する場合がある。そこで、第3の実施の形態では、収差測定部ASにより実際の投影光学系Tの収差（結像性能）を測定し、この測定結果に基づいて液体LQの屈折率の値を調整する構成としている。

【0048】具体的には、第3の実施の形態では、メモリーM1内に投影光学系の収差値に対応させた形で、その収差を補正できる液体LQの屈折率の値が記憶されている。そして、収差測定部ASにより検出された投影光学系Tの収差は、第2制御部CPU2へ伝達される。第2制御部CPU2は、メモリーM1内に記憶されている液体LQの屈折率の値を読み出し、この屈折率の値にならるように添加物濃度を上記（1）式より求め、液体LQがその添加物濃度となるように電磁弁DVL S, DVWS, DVLの開閉を制御する。

(8) 特開平10-340846

14

13

〔0049〕この構成により、投影光学系Tの環境変化（温度変化、大気圧変動、高光光吸収による変動）があってもその絶対性能を良好に維持することができる。なお、この測定部ASによる測定は、高時行う必要はなく、所定の間隔ごとに行えば良い。

【第4の実施の形態】次に図6を参照して、第4の実施の形態について説明する。第4の実施の形態は、投光子系とウェハとの間の光路の全てを液体で満たす構成ではなく、この光路の一部を液体で満たす構成としたものである。

〔0050〕図6(a)、(b)において、図1~3に示した第1及び第2の実施の形態と同じ機能を有する部材には同じ符号を伏してある。図6(a)、(b)に示す第4の実施の形態では、ウェハホルダーWTの側壁により液体LQを盛める代わりに、露光光を透過させる材料(例えば石英など)で構成された容器C1、C2中に液体LQを盛たず構成が前述の第1及び第2の実施の形態とは異なる。この構成により、前述の第1及び第2の実施の形態が有していた効果のうち、開口部増大または実効的焦点溝度拡大の効果はないものの、連続的に投影光学系Tの収差(結像性能)調整が可能となる効果は有している。

〔0051〕なお、この第4の実施の形態において、液体LQが入れられている容器C1、C2を投影光学系Tと一体に設けても良い。以上の第1～第4の実施の形態では、液体LQとして純水を用いたが純水に限られないことはない。

[0052]

【発明の効果】以上に示したように本発明によれば、投影光学系の指像性能を振動なく連続的に調整をすること³⁰

*ができる。また、開口数の増大（或いは実効的な焦点深度の拡大）と結像性能の調整とを両立させることができるとなる。

〔圖画の写真又板画〕

【図1】本発明の第1及び第2の実施の形態にかかる露光装置を全体的に示す概略図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態にかかる図光装置の
要部を示す断面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態にかかる露光装置の構成を示す断面図である。

【図4】本発明の第3の実験の影響にかかる蒸発結果を示す。

〔図6〕本研究の第2の実施の形態にかかる主な結果の示す概略図である。

【図5】本実験の結果の実験の結果にかかる説明図の一例を示す説明図である。

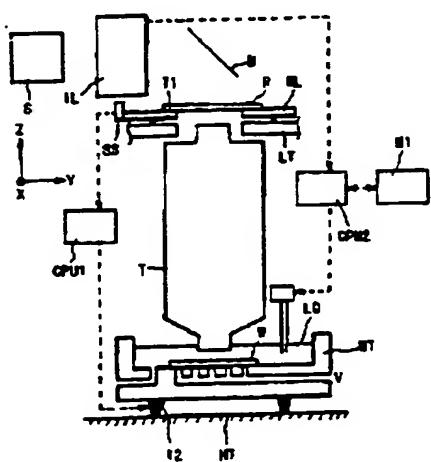
【図6】本発明の第4の実施の形態にかかる遮光装置の要部を示す断面図である。

【符号の説明】

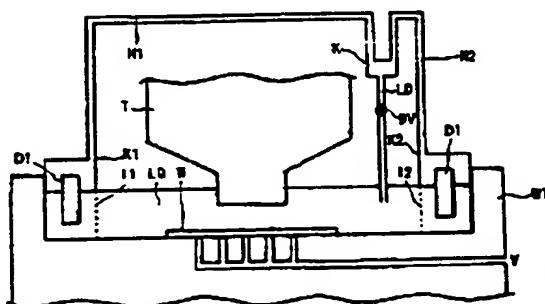
S---光源	T 2---駆動装置
I L---照明光学系	M 1---メモリー
20 M---反射板	V---添圧管
T---投影光学系	D 1, D 2---馬達
W---ウエハ	I 1, I 2---イオン交換

液	LQ…液体	K1, K2…隔壁
レ	R…レチクル	H1 H2…配電
レ	RL…レチクルローダー	L…排出管
ロ	LT…ローダーテーブル	LD…導入管
セ	SS…センサー	WS…純水供給管
ウ	WT…ウェハテーブル	LS…添加物供給管

〔圖11〕



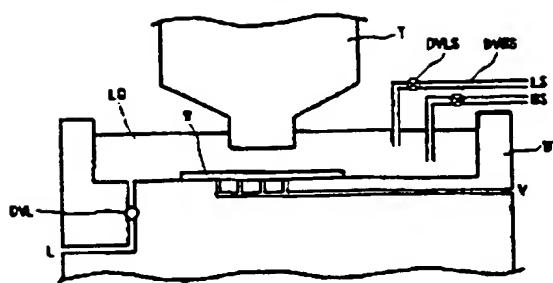
〔图2〕



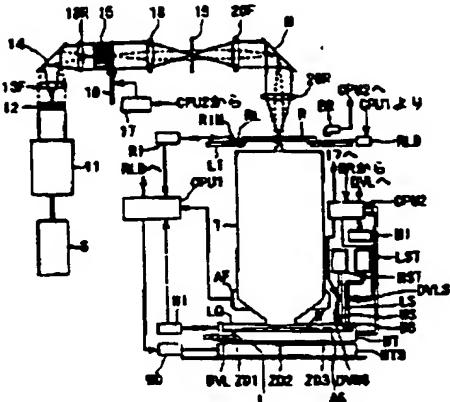
9

特開平10-340846

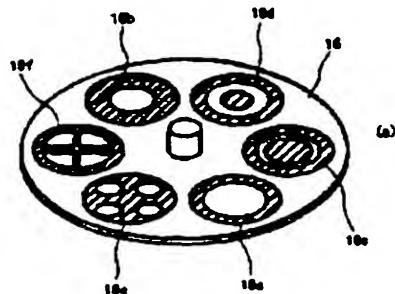
〔图3〕



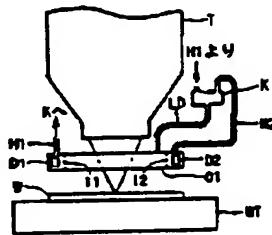
{图4}



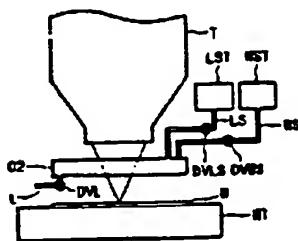
〔四五〕



[图6]



63



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the exposure method and the device manufacture method using an aligner and this aligner equipped with the projection optical system which projects the device pattern's prepared on the reticle on a photosensitive substrate. this invention relates to the immersed type aligner which filled up the optical path between a projection optical system and a photosensitive substrate with the liquid in more detail. In case this invention manufactures a semiconductor device, image pick-up elements (CCD etc.), a liquid crystal display element, or the thin film magnetic head, it is suitable.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although the space between the last side of optical system and the image surface was called working distance, the working distance was filled with air at the projection optical system of the conventional aligner. By the way, the detailed-ization is always desired, and the pattern exposed to a silicon wafer in process in which IC and LSI are manufactured needs to shorten wavelength of the light which for that is used for exposure, or needs to enlarge numerical aperture by the side of an image. The glass material only with the permeability which can secure the quantity of light satisfied with exposure decreases obtaining a satisfying image formation performance as the wavelength of light becomes short.

[0003] Then, the aligner in which enlarging numerical aperture by the side of an image by using the last medium to the image surface as a liquid with a larger refractive index than air is proposed, and it has a projection optical system using the liquid such is called immersed type aligner. Now, in the aligner, the technology in which a projection optical system prepares the image formation performance of a projection optical system in an amendment sake the most possible [exchange of the optical path by the side of a body or the image formation performance amendment member for adjusting an image formation performance into the optical path by the side of an image most] is known.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in an immersed type aligner, since it is the composition of filling a liquid to the optical path between a projection optical system and a photosensitive substrate (working distance), it is difficult to arrange the member of an amendment sake for an image formation performance. Moreover, since considering the composition of a limited number and realistic equipment such an image formation performance amendment member can prepare only a grade partly, it has the trouble which cannot amend a dispersed image formation performance.

[0005] Moreover, although it is necessary to store the image formation performance of a projection optical system in predetermined tolerance, if amendment of an image formation performance cannot be performed dispersedly as mentioned above, storing in this predetermined tolerance becomes difficult. If detailed-izing of an exposure pattern and increase of exposure area are called for especially, when performing the scanning exposure method exposed the tolerance of this image formation performance becoming narrow, and making a reticle and a photosensitive substrate scan, the tolerance of the range of

fluctuation of an image formation performance characteristic is narrow, and cannot respond in dispersed amendment.

[0006] moreover, the above image formation performance amendments -- since vibration of the projection optical system itself occurs at the time of exchange of a member, there is also a possibility that a bad influence may arise to an image formation performance Then, this invention sets it as the 1st purpose to enable amendment of a continuous image formation performance, without being accompanied by vibration. moreover, this invention -- increase and the image formation performance of the numerical aperture of a projection optical system -- an amendment -- coexistence with things is set as the 2nd purpose

[0007]

[Means for Solving the Problem] the aligner according to this invention in order to attain the 1st above-mentioned purpose has the lighting optical system which illuminates the pattern prepared on the reticle, and the projection optical system which form the image of this pattern on a photosensitive substrate, is the aligner exposed through the liquid which a part is boiled in the optical path between a projection optical system and a photosensitive substrate at least, and is located, and has a refractive-index adjustment means for adjusting the refractive index of a liquid

[0008] according to the desirable mode hung up over the above-mentioned claim 2 here -- a refractive-index adjustment means -- the image formation performance of the aforementioned projection optical system -- an amendment -- the refractive index of a liquid is adjusted like what is further equipped with an image formation performance-measurement means to measure the image formation performance of a projection optical system according to the desirable mode hung up over the claim 3 based on this composition -- it is -- a refractive-index adjustment means -- the aforementioned image formation performance -- an amendment -- the refractive index of a liquid is adjusted like

[0009] moreover, the thing which is further equipped with a change factor detection means to detect the state of the factor of change of the image formation performance of a projection optical system according to the desirable mode hung up over the claim 4 -- it is -- a refractive-index adjustment means -- the state of a factor -- responding -- an image formation performance -- an amendment -- the refractive index of a liquid is adjusted like according to the desirable mode hung up over the claim 5 based on this composition, lighting optical system is constituted possible [change of the lighting conditions over the aforementioned reticle] -- having -- a change factor detection means -- the state of lighting conditions -- detecting -- a refractive-index adjustment means -- change of lighting conditions -- responding -- an image formation performance -- an amendment -- the refractive index of a liquid is adjusted like

[0010] and the thing from which a change factor detection means distinguishes the kind of reticle according to the desirable mode hung up over the claim 6 -- it is -- a refractive-index adjustment means -- the kind of reticle -- responding -- an image formation performance -- an amendment -- the refractive index of a liquid is adjusted like Moreover, in order to attain the 2nd above-mentioned purpose, it is desirable to fill all the optical paths between a projection optical system and a photosensitive substrate with a liquid. As for the aligner by this invention, at this time, it is desirable to have further the photosensitive substrate electrode holder which is equipped with the side attachment wall for filling the optical path between a projection optical system and a photosensitive substrate with the aforementioned liquid and supply / recovery unit for collecting from the aforementioned photosensitive substrate electrode holder while supplying a liquid to the aforementioned photosensitive substrate electrode holder, and holds a photosensitive substrate.

[0011] Moreover, as for a refractive-index adjustment means, it is desirable to have the additive supply unit which supplies the additive for adjusting a refractive index to a liquid, and an additive recovery unit for collecting the aforementioned additives from a liquid.

[0012]

[Embodiments of the Invention] since the refractive index of the liquid located in the optical path between a projection optical system and a photosensitive substrate can be adjusted in this invention like above-mentioned composition -- change of this refractive index -- the image formation performance of a projection optical system -- an amendment -- things are made As the technique of refractive-index

adjustment here, supposing a liquid is a multi-intermixing-of-material liquid, the refractive index n of this mixed liquor object will follow the formula of Lorentz Lawrence (Lorentz-Lorenz), and it is [0013]. [Equation 1]

$$\left(\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \right) = \sum_{i=1}^{\infty} m_{(i)} \times \left(\frac{n_{(i)}^2 - 1}{n_{(i)}^2 + 2} \right) \times \frac{\rho}{\rho_{(i)}}$$

[0014] It becomes. However, [0015]

[Equation 2]

$n_{(i)}$: i 番目の物質の屈折率、

$m_{(i)}$: i 番目の物質の重量分率、

$\rho_{(i)}$: i 番目の物質の密度、

[0016] It comes out. For example, what is necessary is just to make the concentration of the matter added to solution fluctuate, since the refractive index of this solution will change according to the concentration of solution itself, if a liquid is made into solution. If the refractive index of a liquid is changed so that this may become the value of the refractive index which can compensate the image formation performance of a projection optical system, the image formation performance of a projection optical system will become good.

[0017] Here, adjustment of a refractive index may measure image formation performances, such as aberration of a projection optical system, may adjust a refractive index according to the result, may detect the change of a factor corresponding to change of the image formation performance of a projection optical system, and may adjust a refractive index according to the result. In the technique of measuring the image formation performance of the former projection optical system, the aberration of a projection optical system etc. may be measured at the time of manufacture of an aligner, and the value of the refractive index which compensates this aberration may be set as the initial value of the refractive index of a liquid. Thus, if a refractive index is adjusted as a part of adjustment at the time of manufacture, there is an advantage from which manufacture and adjustment become easy. Moreover, the aberration measurement mechanism etc. is prepared in the aligner itself, and the refractive index of a liquid may be changed according to the aberration measurement result by this aberration measurement mechanism.

[0018] On the other hand, as change of the factor corresponding to change of the latter image formation performance, the amount of exposure energy which passes the kind of reticle, the state of lighting conditions, and a projection optical system is mentioned. here, if the optimal thing is decided by the kind of pattern established on a reticle and lighting conditions at the time of illuminating a reticle, such as etc., a sigma value and deformation lighting ***** -- change this lighting condition according to it, the image formation performance which makes aberration of a projection optical system the start will change What is necessary is to make memory etc. memorize beforehand the value of the refractive index for compensating the image formation performance which changes with change of this factor for every factors, such as a kind of reticle, and lighting conditions, to detect change of this factor and just to adjust the refractive index of a liquid there based on the memorized relation. Moreover, although there is the so-called irradiation change from which the image formation performance of a projection optical system changes with the size of the amount of exposure energy which passes a projection optical system Also in this case, what is necessary is to make memory etc. memorize beforehand the value of the refractive index for compensating the image formation performance which changes with the size of the amount of exposure energy, and this amount of exposure energy, to detect change of this factor and just to adjust the refractive index of a liquid based on the memorized relation. In addition, in this technique, you may compute in a predetermined formula instead of making memory memorize.

[0019] Thus, it is effective for especially amendment of spherical aberration and a curvature of field among the image formation performances of a projection optical system by adjusting the refractive

index of a liquid. Hereafter, the gestalt of operation concerning this invention is explained with reference to a drawing.

[Gestalt of the 1st operation] drawing 1 is drawing showing roughly the aligner by the gestalt of the 1st operation concerning this invention. In addition, XYZ system of coordinates are adopted in drawing 1. [0020] In drawing 1, the light source S supplies exposure light with a wavelength of 248nm, and the exposure light from this light source S illuminates Reticle R under an almost uniform illumination distribution through the lighting optical system IL and a reflecting mirror M. Here, in this example, as the light source S, although the KrF excimer laser is used instead, you may use the high-pressure mercury lamp which supplies the ArF excimer laser which supplies 193nm exposure light, g line, i line, etc. Moreover, in drawing 1, although not illustrated, the lighting optical system IL has the optical integrator for forming the surface light source, the capacitor optical system for condensing the light from this surface light source, and carrying out uniform lighting of the irradiated plane in superposition, and an adjustable aperture diaphragm for being arranged in the position of the surface light source formed by the optical integrator, and making the configuration of the surface light source adjustable. what has two or more surface light sources which carried out eccentricity from the optical axis as a configuration of the surface light source here, the thing of a zona-orbicularis configuration, and a circle configuration -- it is -- the size -- things -- there is a thing etc. As such lighting optical system IL, what is indicated by the U.S. Pat. No. 5,329,094 official report and the U.S. Pat. No. 5,576,801 official report, for example can be used.

[0021] And the exposure light which passed and diffracted Reticle R reaches on Wafer W through a projection optical system T, and the image of Reticle R is formed on a wafer. Here, Reticle R is held by the reticle loader RL, and the reticle loader RL is constituted so that it can move at arbitrary speed on the X-axis and a Y-axis with a driving gear T1 in the loader table LT top at the arbitrary times. Here, the traverse speed on the loader table LT of a reticle loader RL is detected by the speed sensor SS, and the output from this speed sensor SS is transmitted to the 1st control section CPU 1.

[0022] Moreover, Wafer W is held on the wafer table WT. The side attachment wall for collecting Liquids LQ is prepared in this wafer table WT. In this example, it has the composition that all the optical paths from Wafer W to a projection optical system T are filled with Liquid LQ, by this side attachment wall. This wafer table WT is constituted so that it can move to X shaft orientations and Y shaft orientations at arbitrary speed on the electrode-holder table HT with a driving gear T2.

[0023] Here, the 1st above-mentioned control section CPU 1 computes the traverse speed on the electrode-holder table of the wafer table WT from the exposure scale factor beta of a projection optical system T, and delivers it the traverse speed on the loader table LT of a reticle loader RL to a driving gear T2. A driving gear moves the wafer table WT based on the traverse speed transmitted from the 1st control section CPU 1.

[0024] Drawing 2 is drawing which expressed the composition of this wafer table WT in detail. this drawing 2 -- setting -- a projection optical system T -- most, between the optical member by the side of Wafer W, and the metal flask of a projection optical system T, it has stuck so that Liquid LQ may not permeate, or packing is carried out Moreover, two or more openings are prepared in the pars basilaris ossis occipitalis of the wafer table WT, and Wafer W is adsorbed by the wafer table WT by decompressing from the piping V connected to these openings. And electrodes D1 and D2 are formed in the wafer table WT, and ion exchange membrane I1 and I2 is formed in each circumference of these electrodes D1 and D2. The circumference of electrodes D1 and D2 and the field where exposure light passes Liquid LQ are divided by such ion exchange membrane I1 and I2. Here, the atmosphere around an electrode D1 serves as a closed space by ion exchange membrane I1 and the septum K1, and the exhaust pipe H1 is connected to this closed space. Moreover, the atmosphere around an electrode D2 serves as a closed space by ion exchange membrane I2 and the septum K2, and the exhaust pipe H2 is connected to this closed space. Both these exhaust pipes H1 and H2 are connected to Mixer K. The end of the introductory pipe LD equipped with the solenoid valve DV is connected to this mixer K, and the other end of this introductory pipe LD is located near the wafer table WT.

[0025] The seal-of-approval voltage which the seal-of-approval voltage to electrodes D1 and D2 is

supplied from the current supply section without illustration, and the current supply section supplies is controlled by the 2nd control section CPU 2. Moreover, ** and the 2nd control section CPU 2 control also about opening and closing of a solenoid valve DV. These electrodes D1 and D2, ion exchange membrane I1 and I2, septa K1 and K2, exhaust pipes H1 and H2, Mixer K, a solenoid valve DV, the introductory pipe LD, the current supply section without illustration, and the 2nd control section CPU 2 constitute the refractive-index adjustment means from this example.

[0026] Hereafter, operation of a refractive-index adjustment means is explained. In the following explanation, Liquid LQ supposes that a hydrogen chloride is added to pure water as an additive. First, when lowering the refractive index of Liquid LQ, the 2nd control section CPU 2 sends instructions to the current supply section, and only predetermined time carries out the ** mark of the predetermined voltage between an electrode D1 and an electrode D2. At this time, an oxygen gas occurs from the electrode used as an anode plate, and the mixture of gas of hydrogen and chlorine occurs from the electrode used as cathode. Since the hydrogen chloride concentration in Liquid LQ falls at this time, as shown also in the above-mentioned (1) formula, the refractive index of Liquid LQ falls. Since the gas generated near each electrodes D1 and D2 does not pass ion exchange membrane I1 and I2, it can be collected through exhaust pipes H1 and H2 here. This collected gas is sent to Mixer K. In Mixer K, the collected gas (an oxygen gas, a hydrogen gas, hydrogen chloride gas) is mixed, and the additive solution of high concentration [Liquid / LQ] is generated from this.

[0027] Moreover, when gathering the refractive index of Liquid LQ, the 2nd control section CPU 2 sends instructions to a solenoid valve DV so that a solenoid valve DV may be opened and high-concentration additive solution may be added to Liquid LQ. Thereby, the refractive index of Liquid LQ rises. By this composition, the refractive index of Liquid LQ is made to adjustable. Now, it corresponds to the memory M1 connected to the 2nd control section CPU 2 for every various lighting conditions, and the value of a refractive index is memorized in the form of a table. Here, the value of a refractive index is a value of the refractive index of the liquid LQ required for an amendment sake about the aberration produced in a projection optical system T under a certain lighting condition. Moreover, the value of the additive concentration in the liquid LQ at a certain time is kept by this memory M1 in the form always updated.

[0028] Moreover, the above-mentioned lighting optical system IL is connected with the 2nd control section CPU 2 in order to transmit the information about the configuration of the surface light source which this lighting optical system IL forms to the 2nd control section CPU 2. Here, in the example of a lighting condition-book, change of configuration - of the surface light source transmits this information to the 2nd control section CPU 2. At this time, the 2nd control section CPU 2 searches the value of the refractive index corresponding to the transmitted lighting conditions from memory M1, and calculates the concentration of the additive for realizing the refractive index from the above-mentioned (1) formula. Next, the 2nd control section CPU 2 controls electrodes D1 and D2 or a solenoid valve DV according to the present additive concentration currently kept by memory M1 and the calculated additive concentration to consider as the additive concentration which had the present additive concentration calculated.

[0029] Thereby, the aberration of the projection optical system T when the value of the refractive index of Liquid LQ includes Liquid LQ is amended.

It differs greatly in that the form of [form of the 2nd operation] the 2nd operation made the additive in the form of the 1st operation ethyl alcohol. This ethyl alcohol does not dissolve the resist layer of the wafer W with which the resist as a photosensitive substrate was applied, but has an advantage with little influence on the optical coat in a projection optical system T most given to the optical member (optical member which touches Liquid LQ) and this optical member by the side of Wafer W.

[0030] Moreover, in the form of the 2nd operation, the composition of a refractive-index adjustment means differs from the thing of the form of the 1st operation. Hereafter, with reference to drawing 3, it explains per composition of a refractive-index adjustment means. In addition, in drawing 3, the same sign is given to the member which has the same function as what was shown in drawing 2. In drawing 3 which shows the wafer table WT by the form of the 2nd operation, the thing of the form of the 1st

operation is the point of having the exhaust pipe L which discharges Liquid LQ so that the pure water supply pipe WS and Liquid LQ for supplying the additive supply pipe LS and pure water for a different point supplying an additive to Liquid LQ to Liquid LQ may not overflow from the wafer table WT. [0031] Here, the solenoid valve DVL for adjusting the solenoid valves DVLS and DVWS for adjusting the amount of supply of an additive and pure water and the discharge of Liquid LQ to the additive supply pipe LS, the pure water supply pipe WS, and an exhaust pipe L is formed, respectively, and opening and closing of these solenoid valves DVLS, DVWS, and DVL are controlled by the 2nd control section CPU 2. Operation at the time of the refractive-index adjustment in the form of the 2nd operation is explained.

[0032] First, when gathering the refractive index of Liquid LQ, a solenoid valve DVLS is controlled and, as for the 2nd control section CPU 2, only a predetermined amount adds an additive to Liquid LQ. At this time, only a predetermined amount discharges Liquid LQ from an exhaust pipe L. As for the amount of this liquid LQ to discharge, it is desirable that it is the same as the amount of the added additive. Thereby, the additive concentration in Liquid LQ increases and the refractive index rises.

[0033] Moreover, when lowering the refractive index of Liquid LQ, a solenoid valve DVWS is controlled and, as for the 2nd control section CPU 2, only a predetermined amount adds pure water to Liquid LQ. At this time, only a predetermined amount discharges Liquid LQ from an exhaust pipe L. As for the amount of this liquid LQ to discharge, it is desirable that it is the same as the amount of the added pure water. Thereby, the additive concentration in Liquid LQ becomes low, and the refractive index falls.

[0034] Here, the amount of the additive added and pure water and the amount of the liquid LQ to discharge are controlled by the 2nd control section CPU 2. In addition, the point that the value of a refractive index is memorized in memory M1 corresponding to the kind of lighting conditions, and the point that the value of the additive concentration of the liquid LQ at a certain time is kept are the same as the form of the 1st operation of a *****, and are the same as the form of operation of the point 1st which calculates the additive concentration for realizing the refractive index which can amend the aberration of a projection optical system T based on these information.

[0035] Thus, the 2nd control section CPU 2 in the form of the 2nd operation controls opening and closing of solenoid valves DVLS, DVWS, and DVL to consider as the additive concentration which had the present additive concentration calculated according to the present additive concentration currently kept by memory M1 and the calculated additive concentration. Thereby, the aberration of the projection optical system T when the value of the refractive index of Liquid LQ includes Liquid LQ is amended. The form of the 3rd operation is explained with reference to [the form of the 3rd operation], next drawing 4. The aligner by the form of the 3rd operation differs from the form of the above-mentioned 1st and the 2nd above-mentioned operation at a point equipped with the aberration measuring device. In addition, in drawing 4, the same sign is given to the member which has the same function as the example of above-mentioned drawing 1 - drawing 3, and the same XYZ system of coordinates as drawing 1 are adopted.

[0036] In drawing 4, the light source S supplies exposure light with a wavelength of 248nm, and after the exposure light from this light source S is prepared by the cross section of a predetermined configuration with the beam plastic surgery optical system 11, it carries out incidence of it to the 1st fly eye lens 12. The secondary light source which consists of two or more light source images is formed in the injection side of the 1st fly eye lens 12. Incidence of the exposure light from this secondary light source is carried out to the 2nd fly eye lens 15 through the relay lens systems 13F and 13R. This relay lens system consists of pre-group 13F and back group 13R, and the oscillating mirror 14 for preventing the speckle on an irradiated plane is arranged among such pre-group 13F and back group 13R.

[0037] Now, two or more images of the secondary light source by the 1st fly eye lens are formed, and this serves as the 3rd light source at the injection side side of the 2nd fly eye lens 15. The adjustable aperture diaphragm 16 which can set up two or more aperture diaphragms which have a predetermined configuration or a predetermined, predetermined size in the position in which this 3rd light source is formed is arranged. This adjustable aperture diaphragm 16 forms six aperture diaphragms 16a-16e by

which patterning was carried out on the transparent substrate which consisted of quartzes etc. in the shape of a turret, as shown in drawing 5. Here, two aperture diaphragms 16a and 16b with circular opening are drawing for changing a sigma value (numerical aperture of the lighting optical system to the numerical aperture of a projection optical system), and two aperture diaphragms 16c and 16d with a **** configuration are drawing with which **** ratios differ mutually. And the two remaining aperture diaphragms 16e and 16f are drawing which has four openings which carried out eccentricity. By the adjustable aperture-diaphragm drive unit 17, this adjustable aperture diaphragm 16 is driven so that any or 1 of two or more aperture diaphragms 16a-16f may be located in an optical path.

[0038] Returning to drawing 4, it is condensed by the condensing lens system 18 and the exposure light from the adjustable aperture diaphragm 16 illuminates a reticle-blind 19 top in superposition. The reticle blind 19 is arranged about the relay optical system 20F and 20R at the pattern formation side of Reticle R, and conjugate, and the configuration of the lighting field on Reticle R is determined by the opening configuration of a reticle blind 19. The exposure light from a reticle blind 19 forms the lighting field of a uniform illumination distribution in the position on Reticle R substantially through back group 20R of pre-group 20F of relay optical system, a reflecting mirror M, and relay optical system.

[0039] In addition, the lighting optical system IL in the form of the above-mentioned 1st and the 2nd above-mentioned operation can also apply the beam plastic surgery optical system 11 shown in the form of this operation - the relay optical system 20F and 20R. Now, Reticle R is laid on the reticle loader RL, and this reticle loader RL can move it to the XY direction in drawing, and the hand of cut (the direction of theta) centering on the Z-axis on the electrode-holder table LT. The move mirror RIM is formed in this reticle loader RL, and the reticle interferometer RI detects the position of the XY direction of a reticle loader RL, and the direction of theta. Moreover, a reticle loader RL is driven in the XY direction and the direction of theta by the reticle-loader drive unit RLD. Here, the output from the reticle interferometer RI is transmitted to the 1st control section CPU 1, and the 1st control section CPU 1 has composition which controls the reticle-loader drive unit RLD.

[0040] Moreover, the bar code reader BR for reading the bar code prepared in Reticle R in the middle of the conveyance way from a reticle stocker without illustration is formed. The information about the kind of reticle R which this bar code reader BR read is transmitted to the 2nd control section CPU 2. Here, the value of the refractive index of the optimal liquid LQ is remembered to be the information about the optimal lighting conditions for every kind of reticle R for every kind of reticle R by the memory M1 connected to the 2nd control section CPU 2.

[0041] the projection optical system T which has predetermined reduction scale-factor |beta| prepares in Reticle R bottom -- having -- **** -- this projection optical system T -- between the optical member by the side of a wafer side, and Wafer W, Liquid LQ intervenes most A projection optical system T forms the reduction image of Reticle R on a wafer side through this liquid LQ. Adsorption fixation of the wafer W is carried out at the wafer table WT, and this wafer table WT is attached in the wafer stage WTS movable in the XY direction to the surface plate through the Z actuators ZD1, ZD2, and ZD3 for making movement to Z shaft orientations of the wafer table WT itself, and a tilt (inclination to the Z-axis) perform. This wafer stage WTS is driven by the wafer stage drive unit WD. Moreover, mirror-plane processing is given and, as for the side attachment wall of a wafer table, this portion serves as a move mirror of the wafer interferometer WI. Here, the drive of the wafer stage drive unit WD is controlled by the 1st above-mentioned control section CPU 1, and the output from the wafer interferometer WI has composition transmitted to the 1st control section CPU 1.

[0042] Moreover, the focal sensor AF for measuring the distance of the Z direction between a projection optical system T and Wafer W is formed in the projection optical system T. This focal sensor AF receives the light which irradiated light on the wafer side through the optical element near the wafer W side in a projection optical system T, and was reflected with the wafer through the above-mentioned optical element, and measures the distance of the Z direction between a projection optical system T and Wafer W with the light-receiving position. The composition of such a focal sensor AF is indicated by JP,6-66543,A.

[0043] Now, also in the form of the 3rd operation, it has the pure water supply pipe WS for supplying

the pure water stored in the additive supply pipe LS and the pure water storage section WST for supplying the high-concentration additive solution stored in the additive storage section latest starting time to Liquid LQ to Liquid LQ, and the solenoid valves DVLS and DVWS for adjusting the amount of supply of additive solution and pure water are formed in the additive supply pipe LS and the pure water supply pipe WS. Moreover, the exhaust pipe L for discharging Liquid LQ is formed in the wafer table WT so that Liquid LQ may not overflow from a wafer table, and the solenoid valve for adjusting the discharge of Liquid LQ is prepared in this exhaust pipe L. Opening and closing of these solenoid valves DVLS, DVWS, and DVL are controlled by the 2nd control section CPU 2 like the form of the 2nd operation of a ****.

[0044] Moreover, on the wafer table WT, the additive concentration detecting element DS for detecting the additive concentration of the aberration test section AS for measuring the aberration of a projection optical system and Liquid LQ is formed. Here, as an aberration test section AS, what is indicated by JP,6-84757,A, for example can be used. Here, the output from the aberration test section AS and the additive concentration detecting element DS is transmitted to the 2nd control section CPU 2. Moreover, the output from the additive concentration detecting element DS minds the 2nd control section CPU 2, and is kept as a value of the additive concentration of the liquid LQ at a certain time to memory M1.

[0045] Next, operation of the form of the 3rd operation is explained. First, while Reticle R being taken out from a reticle stocker without illustration, and being laid on a reticle loader RL, a bar code reader BR reads the bar code prepared in Reticle R, and transmits the information to the 2nd control section CPU 2. The 2nd control section CPU 2 reads the information about the lighting conditions corresponding to the kind of reticle R memorized by memory M1, controls the adjustable aperture-diaphragm drive unit 17 according to the information, and locates one of aperture diaphragms 16a-16f predetermined in an optical path. Moreover, the 2nd control section CPU 2 calculates the concentration of the additive for realizing the refractive index from the above-mentioned (1) formula based on the value of the refractive index of the liquid LQ memorized by memory M1. Then, opening and closing of solenoid valves DVLS, DVWS, and DVL are controlled to consider as the additive concentration which had the present additive concentration calculated according to the present additive concentration which is detected by the additive concentration detecting element DS and kept by memory M1, and the calculated additive concentration.

[0046] Thereby, the aberration of the projection optical system T when the value of the refractive index of Liquid LQ includes Liquid LQ is amended. Then, the focal sensor AF detects the position and tilt of a Z direction of Wafer W, and the Z actuators ZD1, ZD2, and ZD3 are driven so that Wafer W may become a necessary position. In this state, the exposure light from the light source S is led to Reticle R through lighting optical system, and the 1st control section CPU 1 detecting the position of Reticle R and Wafer W with the reticle interferometer RI and the wafer interferometer WI, it makes the reticle-loader drive unit RLD and the wafer stage drive unit WD drive, and moves Reticle R and Wafer W under the velocity ratio of projection scale-factor $|\beta|$ of a projection optical system T. Thereby, the pattern on Reticle R is imprinted on Wafer W under a good image formation state.

[0047] Now, the image formation performances (aberration etc.) of a projection optical system T always may not be fixed, and it may change with a temperature change, atmospheric pressure change, the temperature rises by a projection optical system T absorbing exposure light, etc. Then, with the form of the 3rd operation, the aberration (image formation performance) of the actual projection optical system T is measured by the aberration test section AS, and it is considering as the composition which adjusts the value of the refractive index of Liquid LQ based on this measurement result.

[0048] Specifically, with the form of the 3rd operation, it is the form where the aberration value of a projection optical system was made to correspond in memory M1, and the value of the refractive index of the liquid LQ which can amend the aberration is memorized. And the aberration of the projection optical system T detected by the aberration test section AS is transmitted to the 2nd control section CPU 2. The 2nd control section CPU 2 reads the value of the refractive index of the liquid LQ memorized in memory M1, it asks for additive concentration from the above-mentioned (1) formula so that it may become the value of this refractive index, and it controls opening and closing of solenoid valves DVLS,

DVWS, and DVL so that Liquid LQ serves as the additive concentration.

[0049] Even if there is an environmental variation (a temperature change, atmospheric pressure change, change by the exposure optical absorption) of a projection optical system T, the image formation performance is maintainable good with this composition. In addition, what is necessary is not to always perform measurement by this aberration test section AS, and just to perform it for every predetermined period.

[the form of the 4th operation] -- with reference to drawing 6, the form of the 4th operation is explained below. The form of the 4th operation is considered as the composition which fills a part of this optical path with a liquid instead of the composition which fills all the optical paths between a projection optical system and a wafer with a liquid.

[0050] In drawing 6 (a) and (b), the same sign is lain down on the member which has the 1st shown in drawing 1 -3, and the same function as the form of the 2nd operation. At the form of the 4th operation shown in drawing 6 (a) and (b), it is a wafer electrode holder. - The container C1 which consisted of material (for example, quartz etc.) which makes exposure light penetrate, and the composition which fills Liquid LQ in C2 differ from the form of the above-mentioned 1st and the 2nd above-mentioned operation instead of collecting Liquids LQ by the side attachment wall of WT. by this composition, among the effects which the form of the above-mentioned 1st and the 2nd above-mentioned operation had, although there is no effect of an efficiency depth of focus expansion, it has numerical-aperture increase or the effect whose aberration (image formation performance) adjustment of a projection optical system T is attained continuously

[0051] In addition, in the gestalt of this 4th operation, you may form the containers C1 and C2 currently put into Liquid LQ in a projection optical system T and one. With the above gestalt of the 1st - the 4th operation, although pure water was used as a liquid LQ, it is not restricted to pure water.

[0052]

[Effect of the Invention] As shown above, according to this invention, the image formation performance of a projection optical system can be adjusted continuously without vibration. Moreover, it becomes possible to reconcile increase (or expansion of the efficiency-depth of focus) of numerical aperture, and adjustment of an image formation performance.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] the aligner characterized by to have the lighting optical system which illuminates the pattern prepared on the reticle, and the projection optical system which forms the image of this pattern on a photosensitive substrate, and to have a refractive-index adjustment means for adjusting the refractive index of the aforementioned liquid in the aligner exposed through the liquid which a part is boiled in the optical path between the aforementioned projection optical system and the aforementioned photosensitive substrate at least, and is located

[Claim 2] the aforementioned refractive-index adjustment means -- the image formation performance of the aforementioned projection optical system -- an amendment -- the aligner according to claim 1 characterized by adjusting the refractive index of the aforementioned liquid like

[Claim 3] an image formation performance-measurement means to measure the image formation performance of the aforementioned projection optical system -- further -- having -- the aforementioned refractive-index adjustment means -- the aforementioned image formation performance -- an amendment -- the aligner according to claim 2 characterized by adjusting the refractive index of the aforementioned liquid like

[Claim 4] a change factor detection means to detect the state of the factor of change of the image formation performance of the aforementioned projection optical system -- further -- having -- the aforementioned refractive-index adjustment means -- the state of the aforementioned factor -- responding -- the aforementioned image formation performance -- an amendment -- the aligner according to claim 1 characterized by adjusting the refractive index of the aforementioned liquid like

[Claim 5] the aforementioned lighting optical system is constituted possible [change of the lighting conditions over the aforementioned reticle] -- having -- the aforementioned change factor detection means -- the state of the aforementioned lighting conditions -- detecting -- the aforementioned refractive-index adjustment means -- the change of the aforementioned lighting conditions -- responding -- the aforementioned image-formation performance -- an amendment -- the aligner according to claim 4 characterized by to adjust the refractive index of the aforementioned liquid like

[Claim 6] that from which the aforementioned change factor detection means distinguishes the kind of the aforementioned reticle -- it is -- the aforementioned refractive-index adjustment means -- the kind of the aforementioned reticle -- responding -- the aforementioned image formation performance -- an amendment -- the aligner according to claim 4 characterized by adjusting the refractive index of the aforementioned liquid like

[Claim 7] It is the aligner of six the claim 1 characterized by having further a photosensitive substrate electrode holder holding the aforementioned photosensitive substrate, and equipping this photosensitive substrate electrode holder with the side attachment wall for filling the optical path between the aforementioned projection optical system and the aforementioned photosensitive substrate with the aforementioned liquid, and supply / recovery unit for collecting from the aforementioned photosensitive substrate electrode holder while supplying the aforementioned liquid to the aforementioned photosensitive substrate electrode holder, or given in any 1 term.

[Claim 8] The aforementioned refractive-index adjustment means is the aligner of seven the claim 1 characterized by having the additive supply unit which supplies the additive for adjusting a refractive index to the aforementioned liquid, and an additive recovery unit for collecting the aforementioned additives from the aforementioned liquid, or given in any 1 term.

[Claim 9] The exposure method characterized by to include the process which adjusts the refractive index of the aforementioned liquid for the image-formation performance of the aforementioned projection optical system to an amendment sake in the exposure method of leading the light from the aforementioned projection optical system to the aforementioned photosensitive substrate through a predetermined liquid including the process which illuminates a reticle, and the process which imprints the pattern prepared on the aforementioned reticle to a photosensitive substrate using a projection optical system under predetermined lighting conditions.

[Claim 10] The process which illuminates a reticle under predetermined lighting conditions, and the process which imprints the device pattern prepared on the aforementioned reticle to a photosensitive substrate using a projection optical system are included. The device manufacture method characterized by changing the refractive index of the aforementioned liquid in the device manufacture method of leading the light from the aforementioned projection optical system to the aforementioned photosensitive substrate through a predetermined liquid when at least one side is changed among the aforementioned reticle and the aforementioned lighting conditions.

[Claim 11] the manufacture method of the aligner exposed through the liquid which it has the lighting optical system which is characterized by providing the following, and which illuminates the pattern prepared on the reticle, and the projection optical system which forms the image of this pattern on a photosensitive substrate, and a part is boiled in the optical path between the aforementioned projection optical system and the aforementioned photosensitive substrate at least, and is located The process which measures the image formation performance of the aforementioned projection optical system The process which defines the initial value of the refractive index of the aforementioned liquid based on the measured this image formation performance

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.